

Рис. 3. Передача тепла из бака накопителя в грунт

Из графиков видно, как увеличивается расход и температура теплоносителя, поступающего сначала из солнечного коллектора в бак накопитель, а далее, по мере необходимости, тепло передается для подогрева через грунт первичного контура теплового насоса.

#### Список использованных источников

1. Стариков Е. В., Велькин В. И., Гаманов К. О., Тепловые насосы: учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 102–129.

УДК 620.92

## ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ВОДОРОДОМОБИЛЕЙ В РОССИИ

### HYDROGEN ENERGY. OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF INFRASTRUCTURE FOR HYDROGEN-POWERED TRANSPORT IN RUSSIA

Кувалдин А. Е., Василевский Н. С., Мунц В. А.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
[a.e.kuvaldin@urfu.ru](mailto:a.e.kuvaldin@urfu.ru)

Kuvaldin A. E., Vasilevskiy N. S., Munts V. A.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** в работе проведён анализ состояния водородной энергетики в России и в мире. Уделено внимание энергоэффективному транспорту, проблемам инфраструктуры, возможным решениям.

**Abstract:** analysis of hydrogen energy in Russia and in the world is presented here. We've paid attention to energy-efficient cars, infrastructure problems and their feasible solutions

**Ключевые слова:** водородная энергетика, синтез-газ, топливный элемент, водородомобиль.

**Key words:** hydrogen energy, synthesis gas, fuel cell, hydrogen-powered car.

Идея использования водорода как энергетического и газомоторного топлива появилась давно. В 1920–1930 гг. в Канаде была принята программа создания водородных энергосистем, которая выполнялась до 1936 г., после чего была свёрнута из-за начала потребления дешевого природного газа. В 20–40 годы XX века европейские учёные и инженеры прилагали усилия к адаптации двигателей внутреннего сгорания для работы на нетрадиционных топливах, в том числе водороде. В странах с недостатком нефти создавались автомобили, работавшие на синтез-газе (смесь газов, состоящая в основном из окиси углерода CO и водорода H<sub>2</sub>), который получали при помощи газификации угля, торфа, древесины [1].

В начале 1950-х гг. в Великобритании и ФРГ были созданы первые пригодные к практическому использованию образцы топливных элементов (ТЭ). Принцип работы ТЭ представлен на рис. 1.

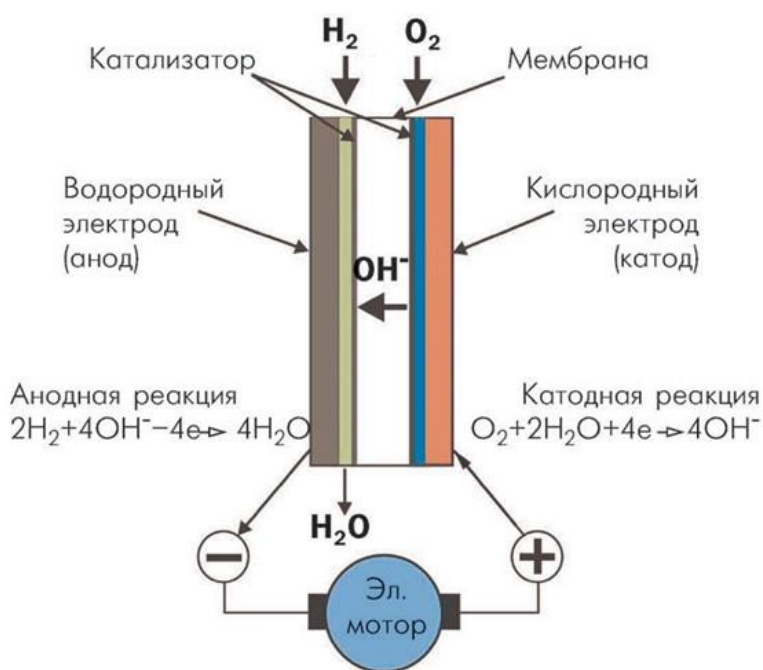


Рис. 1. Принцип действия ТЭ

В дальнейшем предполагалось применение водорода, в основном, в качестве топлива для тепловых двигателей и энергоустановок. В ряде стран (США, Германия, Япония, СССР) в 1970-1980 гг. были созданы демонстрационные образцы автомобилей и другого транспорта с ДВС на водородном топливе либо с добавками водорода [2]. В 90-х гг. появились первые образцы автомобилей и автобусов с электродвигателями, работающими от мобильных энергоустановок на топливных элементах.

На данный момент существуют серийные водородомобили, например Toyota Mirai, Hyundai ix35 Fuel Cell и другие. Они содержат в себе преимущества электромобилей и отсутствие характерных для них недостатков. Чтобы заправить автомобиль водородом, уходит пять минут, а запас хода у него не меньше, чем у обычного бензинового автомобиля: достигнут пробег 700 км на одной заправке. Средний пробег – 500 км на одной заправке. Основными факторами, которые сдерживают использование транспорта, работающего на водороде, является отсутствие должной инфраструктуры и высокая стоимость топливных элементов [3]. Стоит отметить, что число водородных заправочных станций стремительно растёт в странах Европы, Японии, США. Четыре действующие и четыре перспективные станции есть даже на Гавайских островах [4]. В то же время в России нет ни одной, даже планируемой заправочной станции (рис. 2).

Но работа по созданию инфраструктуры для транспорта, передвигающегося на других видах топлива ведётся. Уделяется внимание зарядным станциям для электромобилей и автогазонаполнительным компрессорным станциям (АГНКС) для автомобилей, использующих природный газ в качестве топлива.

21 июля 2017 г. Д.А. Медведевым было проведено совещание о развитии электрического и беспилотного транспорта. По итогам совещания был дан ряд поручений, в том числе Минпромторгу России, Ростехнадзору совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями представить в Правительство Российской Федерации предложения по

установлению единых требований к размещению и эксплуатации на автозаправочных станциях и парковках зарядных колонок (станций). Также рассматривались вопросы использования природного газа в качестве моторного топлива [5].



Рис. 2. Карта водородных заправочных станций. Зелёный цвет – действующие, жёлтый – перспективные, серый – «старые» проекты (выведены из эксплуатации)

Заметим, что есть способ создать комбинированную заправочную станцию для автомобилей, использующих как природный газ, так и электричество, водород. Сеть организации «Газпром. Газомоторное топливо» предполагает расширение сети АГНКС. Но одним из наиболее распространённых способов производства водорода является конверсия природного газа. Таким образом, установка газогенератора на АГНКС поможет решить вопрос инфраструктуры для водородомобилей. А использование батарей топливных элементов позволит производить электрическую энергию с более высоким КПД, чем на электростанции. Также немаловажно, что себестоимость электроэнергии, произведённой таким образом, ниже, чем тарифы на электричество. Итак, есть возможность продажи сразу трёх продуктов: природного газа, водорода, электричества, в зависимости от потребителя.

Данный проект выполняется в студенческом конструкторском бюро Уральского федерального университета. В настоящее время

ведутся исследования работы системы газогенератор – топливные элементы.

Появление реальных технических решений в вопросах инфраструктуры, а также создание нормативной базы, позволят развить рынок энергоэффективного транспорта на территории Российской Федерации.

#### Список использованных источников

1. Водород в энергетике : учеб. пособие / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 229 с.
2. Месяц Г. А., Прохоров М. Д. Водородная энергетика и топливные элементы // Вестник Российской академии наук. 2004. Т. 74. № 7. С. 579–597.
3. BATTERIES OR HYDROGEN? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.riversimple.com/batteries-hydrogen-wrong-question/> (дата обращения 20.11.2017)
4. Hydrogen Refuelling Stations Worldwide [Электронный ресурс]. URL: <https://www.netinform.net/h2/H2Stations/Default.aspx> (дата обращения 20.11.2017)
5. О решениях по итогам совещания о развитии электрического и беспилотного транспорта: поручения Правительства РФ (резолуция от 21 июля 2017 года № ДМ-П9-50пр): [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/orders/selection/401/28778/> (дата обращения 20.11.2017)

УДК 621.039

## **СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ**

## **EMERGENCY HEAT REMOVAL SYSTEM FROM FAST NEUTRON REACTORS**

Лазаренко О. В., Щеклеин С. Е.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

[oxanalazar@gmail.com](mailto:oxanalazar@gmail.com)

Lazarenko O. V., Shcheklein S. E.

Ural Federal University, Ekaterinburg